

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-242019

(43)Date of publication of application : 02.09.1994

(51)Int.Cl.

G01N 21/88

G01B 11/30

(21)Application number : 05-055073

(71)Applicant : KANTO AUTO WORKS LTD
TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 19.02.1993

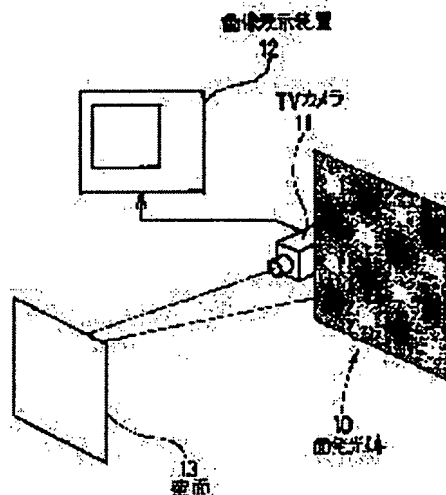
(72)Inventor : INAOKA MASAHIKO
BABA YOICHIRO
ISHIGURO YASUO

(54) METHOD AND SYSTEM FOR INSPECTING PAINTED FACE USING IMAGE SIGNAL

(57)Abstract:

PURPOSE: To allow more positive detection of irregular defect by detecting level variation of image signal outputted from an image sensor as compared with an image signal obtained from surrounding painted surface.

CONSTITUTION: A lens sheet in a surface emitter 10 emits light in the form of a light emission plane of gradation check pattern having transmittance varying gradually from the central part toward the peripheral part of each shaded part. Regular reflection light scattered from a wide light emission plane impinges on an image sensor, i.e., a TV camera 11, and a painted face area within an imaging range is presented on the screen of an image display 12. Emitting position of gradation scattering light impinging on a same position of the image sensor is displaced depending on the inclination angle of an irregular defect. The position for emitting a gradation scattering light in the direction susceptible to the shape is most sensitive to the displacement. Consequently, the image signal level of irregular defect varies from the image signal level of surrounding painted face 13 sensitively depending on the gradation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.05.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3058777

[Date of registration] 21.04.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 21.04.2003

特開平6-242019

(43) 公開日 平成6年(1994)9月2日

(51) IntCl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N 21/88	J	8304-2 J		
G 0 1 B 11/30	E	9108-2 F		

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-55073

(22) 出願日 平成5年(1993)2月19日

(71) 出願人 000157083

関東自動車工業株式会社

神奈川県横須賀市田浦港町無番地

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 稲岡 雅彦

神奈川県横須賀市田浦港町無番地 関東自動車工業株式会社内

(72) 発明者 馬場 陽一郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 福留 正治

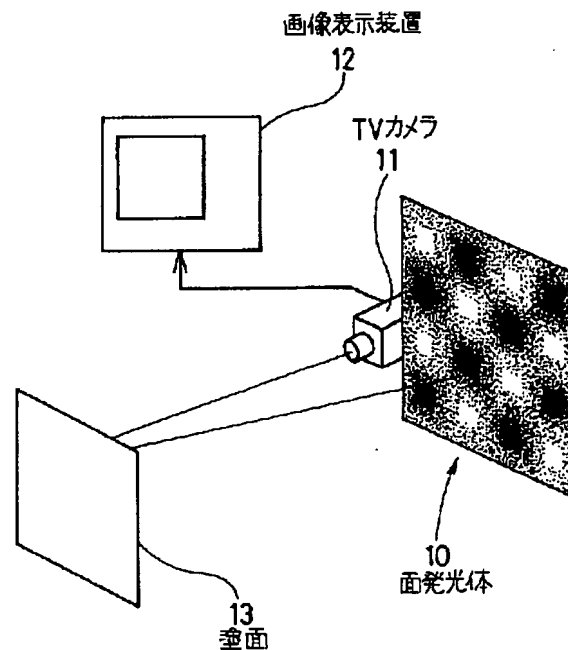
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像信号による塗面検査方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 塗面を面発光体の拡散光で照明して、照明領域をイメージセンサで撮像し、検出した画像信号レベルの変化から塗面の凹凸欠陥を検査する塗面検査方法において、凹凸欠陥を一層確実に検出可能にする。

【構成】 少なくとも直交2方向以上に輝度に変化するグラデーション拡散光を面状に発射する面発光体で塗面を照明し、この塗面の照明領域を撮像するイメージセンサから出力される画像信号レベルが、周囲の塗面の画像信号レベルから変化するのを検出して凹凸欠陥を検出する。即ち、イメージセンサの同一位置へ入射するグラデーション拡散光の発射位置が凹凸欠陥の傾斜角度に応じて変位し、しかも凹凸欠陥の形状に影響を受け易い方向のグラデーション拡散光の発射位置が最も敏感に変位し、したがってその凹凸欠陥の画像信号レベルが周囲の塗面の画像信号レベルから敏感にグラデーションに応じて変化する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも直交2方向以上に輝度が変化するグラデーション拡散光を面状に発射する面発光体で塗面を照明し、

この塗面の照明領域をイメージセンサで撮像し、このイメージセンサから出力される画像信号レベルが、周囲の前記塗面の画像信号レベルから変化するのを検出して、前記塗面の凹凸欠陥を検出することを特徴とする画像信号による塗面検査方法。

【請求項2】 少なくとも直交2方向以上に輝度が変化するグラデーション拡散光を、面発光体における分散した複数個所からそれぞれ発射させることを特徴とする請求項1の画像信号による塗面検査方法。

【請求項3】 少なくとも直交2方向以上に輝度が変化するグラデーション拡散光を面状に発射する面発光体と、この面発光体で照明された塗面を撮像するイメージセンサと、前記塗面の凹凸欠陥に起因して画像信号レベルが周囲の前記塗面の画像信号レベルから変化するのをモニタするように、前記イメージセンサで撮像された前記塗面の画像を表示する画像表示装置とを備えたことを特徴とする画像信号による塗面検査装置。

【請求項4】 面発光体が、面光源と、透明面に不透明部分を分散して形成され、かつ面光源に前置されることにより、明暗2階調の面発光を行うパターンシートと、このパターンシートに前置され、かつ明暗間の輝度を徐々に変化させるように、多数のレンズ素子が分散して形成されている拡散レンズシートとを備えたことを特徴とする請求項3の画像信号による塗面検査装置。

【請求項5】 イメージセンサの撮像面の画像信号を取込んで、逐次画素ごとの画像信号レベルに対応する画像レベルデータに変換してメモリに格納する画像レベルデータ作成手段と、前記各画素を中心とする所定の周囲領域の前記画素の画像レベルデータをメモリから逐次読出して、直交方向へ重み付けされた差分型オペレータによる演算を行い、所定の周囲領域内でのレベル変化を強調する差分データを作成するレベル変化強調手段とを備えた画像処理装置が付属し、前記各画素の差分データを画像表示装置に表示させることを特徴とする請求項3の画像信号による塗面検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、塗面を面発光体の拡散光で照明して、照明領域をイメージセンサで撮像し、検出した画像信号レベルの変化から塗面の凹凸欠陥を検査する画像信号による塗面検査方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 塗面の検査装置としては、本出願人による特開平3-10150により、搬送されてくる車両の上面及び両側面を照明する面発光体と、照明された上面

及び両側面における照明領域を撮像するイメージセンサとを車両搬送ラインに配置し、イメージセンサが出力する画像信号による2次元塗面データと、標準の2次元塗面データとを照合することにより、ブツに起因してしきい値を下廻る2次元塗面の欠陥データを検出する車両用塗面検査装置が周知である。

【0003】 このように面状の散乱光で照明された塗面の反射光を撮像することにより、光学系の姿勢制御なしでブツ等の凹凸欠陥が検査可能になるが、散乱光の均一輝度の面状照明を前提にしているために、凹凸欠陥の傾斜角度がある程度大きくないと、次に説明する理由で検出できない問題が残されていた。

【0004】 即ち、図7Aに示すように、面発光体1の横幅をD、塗面2に対する距離をLとすると、光源端から塗面2への垂直線に対する開き角 α は $\tan \alpha = D/L$ に対応している。TVカメラ3は、この垂直線に対して $\alpha/2$ の斜め方向へ配置することにより、発光面中央位置からの正反射光を撮像面の中央位置へ入射させる。図7Bに示すように、中央位置の撮像領域のブツ5の傾斜角度を θ とすると、TVカメラ3に対する入射角度は 2θ だけずれるが、散乱光であることにより、依然として均一輝度の正反射光として入射する。 $-\theta$ の凹状欠陥の場合には、逆方向へ 2θ だけずれる。つまり、 $|\theta| < \alpha/4$ のブツ5の角度範囲では画像信号レベルが変化せず、図7Cに示すように、 $|\theta| > \alpha/4$ になって急なレベル変化により検出され始める。そこで、本出願人は、さらに特願平4-58944により、グラデーション拡散光を発射する面発光体で塗面を照明する塗面検査方法を提案した。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 これにより、凹凸欠陥が輝度変化する正反射光で検出されるために、小さな傾斜角度でも検出可能にできる。しかしながら、この場合グラデーション方向の影響について究明しておらず、欠陥の形状或は特に小さな欠陥については見逃しが生じることがあり、検出確度上改良の余地が残されていることが確認された。

【0006】 よって、本発明は、凹凸欠陥を一層確実に検出可能にする冒頭に述べた類の画像信号による塗面検査方法及び装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、この目的を達成するために、請求項1により、少なくとも直交2方向以上に輝度が変化するグラデーション拡散光を面状に発射する面発光体で塗面を照明し、この塗面の照明領域をイメージセンサで撮像し、このイメージセンサから出力される画像信号レベルが、周囲の塗面の画像信号レベルから変化するのを検出して、塗面の凹凸欠陥を検出することを特徴とする。

【0008】 広い範囲を高精度に検査するには、請求項

3

2により、少なくとも直交2方向以上に輝度が変化するグラデーション拡散光を、面発光体における分散した複数個所からそれぞれ発射させる。

【0009】請求項1の画像信号による塗面検査方法を実施する装置としては、請求項3により、少なくとも直交2方向以上に輝度が変化するグラデーション拡散光を面状に発射する面発光体と、この面発光体で照明された塗面を撮像するイメージセンサと、塗面の凹凸欠陥に起因して画像信号レベルが周囲の塗面の画像信号レベルから変化するのをモニタするように、イメージセンサで撮像された塗面の画像を表示する画像表示装置とを備えるようにする。

【0010】面発光体を簡単に構成するには、請求項4により、面発光体が、面光源と、透明面に不透明部分を分散して形成され、かつ面光源に前置されることにより、明暗2階調の面発光を行うパターンシートと、このパターンシートに前置され、かつ明暗間の輝度を徐々に変化させるように、多数のレンズ素子が分散して形成されている拡散レンズシートとを備えるようにする。

【0011】凹凸欠陥の画像を鮮明に表示するには、請求項5により、イメージセンサの撮像面の画像信号を取込んで、逐次画素ごとの画像信号レベルに対応する画像レベルデータに変換してメモリに格納する画像レベルデータ作成手段と、各画素を中心とする所定の周囲領域の画素の画像レベルデータをメモリから逐次読出して、直交方向へ重み付けされた差分型オペレータによる演算を行い、所定の周囲領域内でのレベル変化を強調する差分データを作成するレベル変化強調手段とを備えた画像処理装置が付属し、各画素の差分データを画像表示装置に表示させるようにする。

【0012】

【作用】請求項1の場合、イメージセンサの同一位置へ入射するグラデーション拡散光の発射位置が凹凸欠陥の傾斜角度に応じて変位し、しかも凹凸欠陥の形状に影響を受け易い方向のグラデーション拡散光の発射位置が最も敏感に変位し、したがってその凹凸欠陥の画像信号レベルが周囲の塗面の画像信号レベルから敏感にグラデーションに応じて変化する。

【0013】請求項2の場合、凹凸欠陥がその近辺ごとに輝度変化するグラデーション拡散光が照明され、画像信号レベルが周囲の塗面の画像信号レベルから高感度に変化する。

【0014】

【実施例】図1～図2は、本発明の方法を実施するための塗面検査装置を示す。図1において、検査される塗面13にほぼ平行に面発光体10が対面し、そのほぼ中央位置からの塗面13の正反射光が中央位置に入射するように、イメージセンサとしてのTVカメラ11が側方へずれて配置されている。12は、TVカメラ11が撮像した画像を表示する画像表示装置である。塗面13及び

4

面発光体10間の距離は、離し過ぎてゆず肌の影響を受けないように、40～50cm程度離している。

【0015】面発光体10は、図2に示すように、円筒直管型の複数の蛍光灯101と、その直前に配置されて完全な面光源にするための拡散板102と、60×60mmの透明及び不透明部分が直交方向に交互に配列され、かつ拡散板102で背後から照明されて明暗2階調の市松模様状の面発光を行うパターンシート103と、その前方40mmに配置され、焦点距離30mm、レンズ平均径2.2mmの凸レンズが21個/cm²の密度で配列されたレンズシート104とより構成されている。これにより、レンズシート104からは図1に示すように、各明暗部分の中心部分から周囲に向けて徐々に透光度が変化するグラデーション付市松模様の発光面として光照射を行う。

【0016】TVカメラ11には、広い発光面からの散乱光による正反射光が入射し、画像表示装置12の画面には撮像範囲の塗面領域が表示される。画面には、中央部分が最も明るく、4方へ徐々に暗くなる単位グラデーション及び中央部分が最も暗く、4方へ徐々に明るくなる単位グラデーションが直交方向へ交互に、即ち市松模様状に表示される。

【0017】例えば図7Bに示すのと同じ位置関係を前提にして、ブツ5が存在する場合、TVカメラ11へ入射させる正反射光の発射位置がずれ、従来の均一輝度の面発光と異なり、輝度が2θに対応して変化する。したがって、ブツ5の画像は周囲の背景画像から局部的に変化することにより確認できる。このブツ5は直交方向からの入射光に対しても正反射光の発射位置をずらし、したがってブツ5の形状によっては直交方向の一方に対してのみ正反射光の発射位置を有効にずらす。

【0018】尚、面発光体としては、前述の明暗パターンに限らず、例えば図3に示すようなパターン等種々考えられ、これらの不透明部分を明暗パターンシートの全域に規則的に分散配列し、前述のようにレンズシートを前置してぼかしを与える。また、敢えてレンズシートを用いることなく、徐々に透光度の変化する種々のグラデーションパターンを形成されたフィルムを面光源に前置させることも考えられる。

【0019】図4は、本発明の方法を実施する別の塗面検査装置として、画像表示装置12に付属する画像処理装置の構成を示す。即ち、この装置は、TVカメラ11から供給される撮像面の各画素の画像信号を一旦メモリ22に取込んで、256段階にレベル弁別して各画素に対応するアドレスに画像レベルデータとして再格納させるレベルデータ作成手段21と、各画素の画像信号レベルデータについて、図5に示すように、中心画素29に対する所定の周囲領域8個の画素中の両側6個の画素の画像レベルデータをメモリ22から読出して、ソーベル式の差分型オペレータによる演算を行って所定の周囲領

5

域中のレベル変化を強調するレベル変化強調手段23とより構成されている。

【0020】レベルデータ作成手段21は、例えばグラデーションの変化方向に応じて徐々に変化する画像レベル値を標準状態で1ずつ増加させる。レベル変化強調手段23は、中心画素29の両側6個の画像レベルデータと、図5の予め設定された所属の重みとをそれぞれ乗算し、かつこの乗算値の合計値を中心画素29の差分データ、即ち出力用画像信号レベルデータとする。

【0021】例えば、図6Aに示すように、レベルデータ作成手段21により、画像信号レベルに応じて数値化したレベルデータが作成され、同図中の黒枠内では輝度変化が塗面欠陥により連続的に1レベルずつ変化することなく、「1、2、3」とレベル低下したとする。この場合、レベル変化強調手段23により、各画素の画像レベルデータがソーベルオペレータに従い演算されると、図6Bに示すように黒枠近辺のレベル差が大きく強調される。これにより、同図の差分データに相当するレベルの画像信号が画像表示装置12の画像メモリ121に格納され、欠陥部分の輝度変化が強調されて表示される。図6Cに示すように、図6Aの黒枠部分が「6、7、8」と正規に輝度変化する場合には、差分データは全て8となる。

【0022】尚、前述の重みは、グラデーションが「10、9、8……」のように図で見て右方向へ輝度が低減する領域では正規の合計値は-8になるが、符号を無視して+と同一画像信号レベルにする。その外、場合によっては、重みを変更した周知のプレウイト式等別の差分型オペレータも採用可能である。

【0023】

【発明の効果】請求項1及び3の発明によれば、凹凸欠陥が拡散光の面発光体で照明されることにより、光源の姿勢制御なしで撮像できるだけでなく、面発光体に複数方向のグラデーションが形成されていることにより、凹

6

凸欠陥は輝度変化する正反射光で検出されるために、小さな傾斜角度でも検出となり、かつその種々の形状の凹凸欠陥を確実に検出できる。

【0024】請求項2の発明によれば、塗面の分割部分にそれぞれ独立にグラデーションが形成されるために、画像信号レベルが周囲の塗面の画像信号レベルから高感度に变化し、検出確度が向上する。

【0025】請求項4の発明によれば、明暗2階調のパターンにより簡単な構造でグラデーション面発光体が形成される。請求項5の発明によれば、画像信号レベルの局所的な変化が強調され、検出確度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による画像信号による塗面検査装置の概略構成を示す図である。

【図2】同装置のグラデーション光源の構成を示す分解斜視図である。

【図3】同グラデーション光源の別の実施例を示す図である。

【図4】本発明の別の実施例による画像信号による塗面検査装置の概略構成を示す図である。

【図5】同装置の動作を説明する図である。

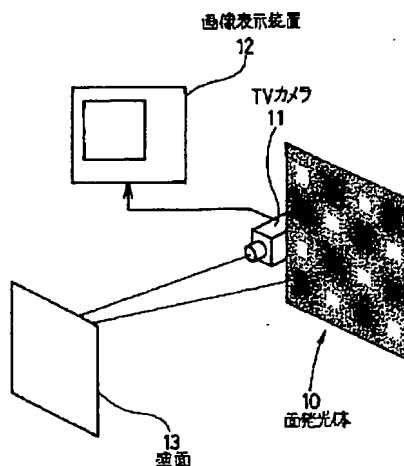
【図6】同装置の動作を説明する図である。

【図7】本発明の前提となる塗面検査方法の動作原理を説明する図である。

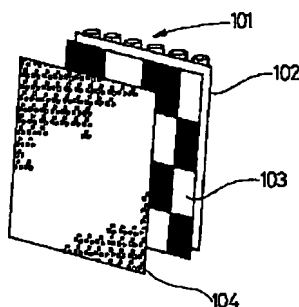
【符号の説明】

- 10 面発光体
- 11 TVカメラ
- 12 画像表示装置
- 13 塗面
- 101 蛍光灯
- 102 拡散板
- 103 パターンシート
- 104 レンズシート

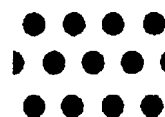
【図1】



【図2】



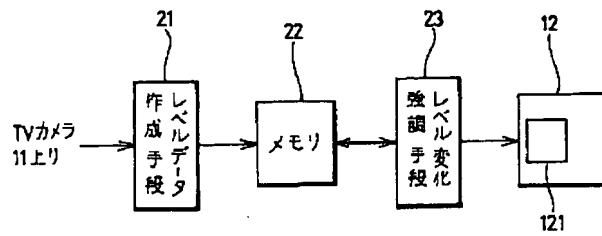
【図3】



【図5】

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

【図4】



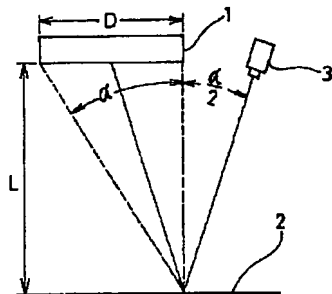
【図6】

(A)

5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	4	5	1	2	3	9	10	11
2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8
2	0	1	2	3	4	5	6	7

【図7】

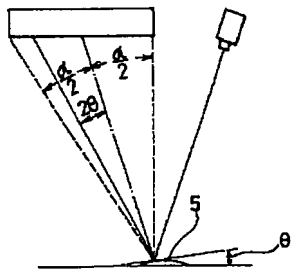
(A)



(B)

8	8	8	8	8	8	8
8	3	3	8	13	13	8
8	2	2	8	18	18	8
8	3	3	8	13	13	8
8	8	8	8	8	8	8

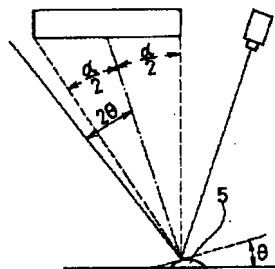
(B)



(C)

8	8	8	8	8	8	8
8	8	8	8	8	8	8
8	8	8	8	8	8	8
8	8	8	8	8	8	8
8	8	8	8	8	8	8

(C)



フロントページの続き

(72)発明者 石黒 恭生
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内